



**CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EN LA  
DESEMBOCADURA DEL RIO SUAY, MARIATO, VERAGUAS**

***Physicochemical and Microbiological Quality of the Water at the Mouth of the  
Suay River, Mariato, Veraguas***

**José Him**

*Universidad de Panamá  
Centro Regional Universitario de Veraguas  
Panamá  
jose.him@up.ac.pa  
<https://orcid.org/0000-0002-7872-4098>*

**Jorge Marín**

*Universidad de Panamá  
Centro Regional Universitario de Veraguas  
Panamá  
jluis13m11@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-1492-1332>*

**Didiana Montilla**

*Universidad de Panamá  
Centro Regional Universitario de Veraguas  
Panamá  
didianamontilla24@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-9025-3156>*

**Rubén Herrera**

*Universidad de Panamá  
Centro Regional Universitario de Veraguas  
Panamá  
ruben.herrera@up.ac.pa  
<https://orcid.org/0000-0002-6924-8448>*

*Recibido: 9 de abril de 2024*

*Aceptado: 28 de mayo de 2024*

DOI <https://doi.org/10.48204/j.centros.v13n2.a5293>

## Resumen

---

El área de amortiguamiento del Parque Nacional Coiba involucra a los ríos que desembocan en la costa sur de la provincia de Veraguas en Panamá. Uno de estos ríos es el Río Suay que se encuentra ubicado en el distrito de Mariato. En este estudio fue evaluada la desembocadura del río en el Golfo de Montijo, analizando variables microbiológicas (coliformes totales, coliformes fecales) y algunas físico – químicas (pH, conductividad, sólidos disueltos totales) durante el año 2021. Las muestras se tomaron en tres sitios en la desembocadura del río y a los resultados se les aplicaron pruebas estadísticas para compararlos, en donde todas las variables resultaron similares en cada sitio muestreado en las dos épocas del año (seca y lluviosa). También se compararon los sitios de muestreos sin encontrar diferencias entre ellos. Por último, se compararon las dos épocas del año, encontrando que la época lluviosa resultó ligeramente mayor a la época seca en lo referente a coliformes fecales. En conjunto, los resultados mostraron que los datos de todas las variables se encontraban dentro de los límites aceptables según las normas establecidas para aguas superficiales en Panamá, por lo que se consideró que el área conserva las condiciones ecológicas necesarias para las formas de vida.

**Palabras clave:** Aguas superficiales, Golfo de Montijo, contaminación fecal, contaminación fisicoquímica.

## Abstract

---

The buffer area of Coiba National Park involves the rivers that flow into the southern coast of the province of Veraguas in Panama. One of these rivers is the Suay River, which is located in the Mariato district. In this study, the mouth of the river in the Gulf of Montijo was evaluated, analyzing microbiological variables (total coliforms, fecal



coliforms) and some physical-chemical variables (pH, conductivity, total dissolved solids) during the year 2021. The samples were taken at three sites at the mouth of the river and statistical tests were applied to the results to compare them, where all the variables were similar in each site sampled in both times of the year (dry and rainy). The sampling sites were also compared without finding differences between them. Finally, the two seasons of the year were compared, finding that the rainy season was slightly higher than the dry season in terms of fecal coliforms. Altogether, the results showed that the data for all variables were within acceptable limits according to the standards established for surface waters in Panama, so it was considered that the area conserves the ecological conditions necessary for life forms.

**Keywords:** Surface waters, Gulf of Montijo, fecal contamination, physical-chemical, contamination.

## Introducción

---

Panamá cuenta con abundantes recursos, las cuales dependen de las precipitaciones en forma de lluvia. La mayor parte de las precipitaciones son captadas por una extensa red hídrica integrada por 52 cuencas hidrográficas y 500 ríos que en su gran mayoría nacen en la divisoria continental y escurren hacia las costas. Estas cuencas están en un 30% en la vertiente del Caribe y un 70% pertenecen a la vertiente del océano Pacífico (Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), 2009). En la vertiente del pacífico específicamente en la región relacionada con el Parque Nacional Coiba (área que involucra ecosistemas insulares, acuáticos y costeros continentales), existe un sector en la provincia de Veraguas conocido como área de amortiguamiento de este Parque. Esta área involucra a la región costera y las desembocaduras de varios ríos. Entre estos ríos se encuentra el objeto de este estudio, el Río Suay.



El Río Suay nace en la región de La Sabaneta en la provincia de Herrera y corre hacia la vertiente oeste de la península de Azuero, desembocando en la costa del distrito de Mariato en Veraguas. Al igual que todos los ríos del área costera de amortiguamiento del Parque, se ha visto influenciado por la actividad antropogénica, que muchas veces incluye las aguas de desecho de industrias agrícolas y de poblaciones que se establecen en su recorrido. Esta actividad produce problemas muy severos de erosión y deterioro de suelos, causando un acumulado y creciente proceso de degradación que sufren casi todas las cuencas y suelos (Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), 2009; Castillo et al., 2018). En el recorrido de este río se ven pocas poblaciones, destacando la comunidad del Suay, pero en sus cercanías hay actividad agrícola y ganadera.

Para determinar la contaminación del agua superficial de los ríos se utilizan varios métodos, pero el estándar reconocido es el de contaminación fecal y varios factores fisicoquímicos (Calvo-Brenes y Mora-Molina, 2015; Calvo Brenes y Mora Molina, 2012; Chan-Quijano et al., 2013; Espinoza et al., 2014; Maylin et al., 2006). Existen muchos factores fisicoquímicos para determinar la calidad del agua (Alcántara Alfaro et al., 2023), entre los más importantes se encuentran el pH, la conductividad y los sólidos disueltos totales (SDT).

La detección de la contaminación fecal se puede determinar por varios métodos; el método estándar son los coliformes fecales por número más probable en tubos múltiples (Robert Pullés, 2014), pero para este estudio se utilizó el sistema Colilert que determina coliformes totales y fecales. La determinación de la contaminación fecal es un indicador del riesgo de la presencia de organismos patógenos que pueden presentar las aguas de los ríos que son utilizados como fuente de agua para consumo y recreación, ya que al encontrarlos se asume una contaminación continua y frecuente (Bourdett et al., 2022); en este caso se determinó la presencia de estos microorganismos en la desembocadura del Río



Suay para establecer el aporte de esta contaminación a las aguas del mar que forma parte del golfo de Montijo.

El propósito del presente trabajo fue el de determinar las condiciones de algunos valores fisicoquímicos y microbiológicos en la desembocadura del Río Suay en la provincia de Veraguas (Panamá), en el año 2021.

## **Materiales y Métodos**

---

Se escogió la desembocadura del Río Suay en el corregimiento de Ponuga, distrito de Mariato, provincia de Veraguas para el estudio. El mejor acceso fue mediante botes que partían desde Puerto Mutis.

Las muestras fueron obtenidas en giras al lugar de estudio durante las dos épocas del año (seca y lluviosa). Tres muestreos en época seca y tres muestreos en época lluviosa. Las muestras se tomaron con frascos de vidrios con tapas de roscas debidamente esterilizados (autoclave 121 °C, 15 lbs/pg2 , 20 minutos). Envases de vidrio esterilizados con capacidad para uno 250 mL se utilizaron para tomar agua superficial del río, colocando los envases a contracorriente hasta llenarlos, en tres lugares diferentes de un transecto del río (muestreo compuesto de tres muestras en cada sitio de muestreo). Las tres muestras eran homogeneizadas en un envase mayor de unos 500 ml también estériles, cada una fue rotulada y colocada en una nevera con paquetes de gel congelado a unos 8°C para luego ser transportadas hasta el laboratorio de microbiología del Centro Regional Universitario de Veraguas (CRUV), en un periodo no mayor de 5 horas.

Los datos fisicoquímicos fueron registrados directamente en el campo. Las muestras fueron tomadas en cada sitio en recipientes de vidrio normales y se determinaba el oxígeno disuelto (ppm) mediante un medidor de oxígeno Hanna HI



9147. En la determinación de pH, la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y los SDT (ppm) se utilizó un Combo pH y EC Hanna HI 98129. En el caso de las mediciones de conductividad se usaron recipientes de plástico.

Para el análisis microbiológico se utilizó el kit de análisis Colilert® este método está basado en la tecnología de sustrato definido, en la cual detecta simultáneamente los Coliformes totales y *E. coli* en el agua. De la muestra original fueron colocados 100 mL en un recipiente estéril al cual se le agregó el indicador ONPG de nutrientes de Colilert®, se tapó y se agitó hasta disolver el indicador. La mezcla de muestra - reactivo fue vertida en una Quanti-Tray® y se selló en un IDEXX Quanti-Tray® Sealer. Se colocó la bandeja sellada en una incubadora a 37°C por 24 horas. La interpretación de las bandejas se hizo según el método de número más probable de bacterias por cada 100 mL de agua (NMP). Primero el NMP de coliformes totales por el cambio de color de los pocillos a amarillo y luego fueron vistas bajo luz ultravioleta (UV de 6 vatios a 365 nm) para determinar coliformes fecales (*E. coli*).

Los datos fueron, en primer lugar, agrupados por sitio de monitoreo y por época del año para establecer si la época seca y lluviosa eran similares en cada punto. Luego se agruparon por sitios de muestreo y por último se agruparon por época del año. Estos datos se analizaron con el programa SPSS 20 para establecer diferencias.

## **Resultados**

---

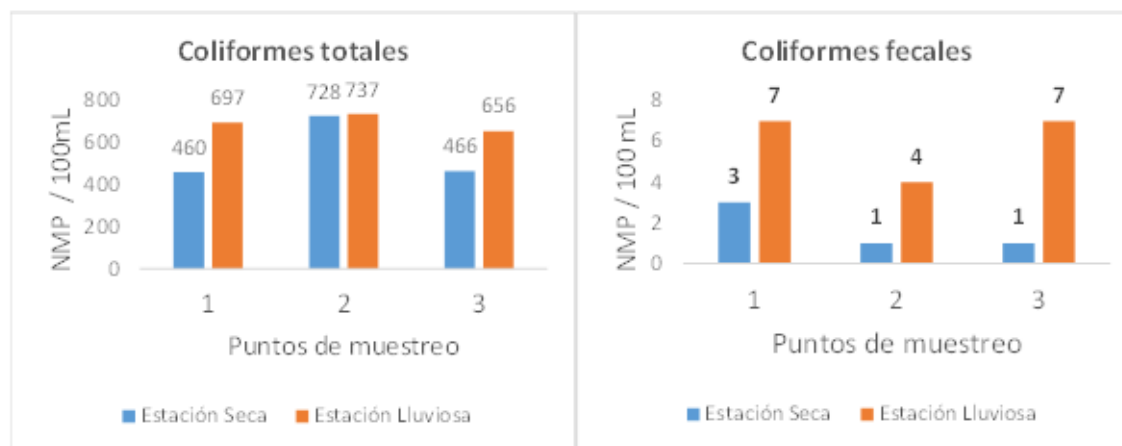
Para analizar los datos, primero se agruparon por sitios de muestreo y por época del año en que fueron tomadas, para establecer diferencias en los datos de las dos épocas (seca y lluviosa) en cada uno de los sitios (1, 2 y 3).

Las medias de los recuentos microbiológicos (coliformes totales y coliformes fecales) de los diferentes sitios por época se pueden observar en la figura 2.

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk realizada a estos datos determinó usar una t-student para comparar los coliformes totales y una U de Mann-Whitney a los coliformes fecales. Los resultados no mostraron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre las épocas del año para los coliformes totales en ninguno de los sitios estudiados. Tampoco se observó diferencias ( $P > 0.05$ ) en las pruebas de U de Mann-Whitney aplicada a las medias de los coliformes fecales en las dos épocas del año para los tres sitios de muestreo.

**Figura 1**

*Medias de los recuentos microbiológicos de coliformes totales y fecales en los tres sitios de monitoreo del Río Suay durante las épocas secas y lluviosas del año 2021*



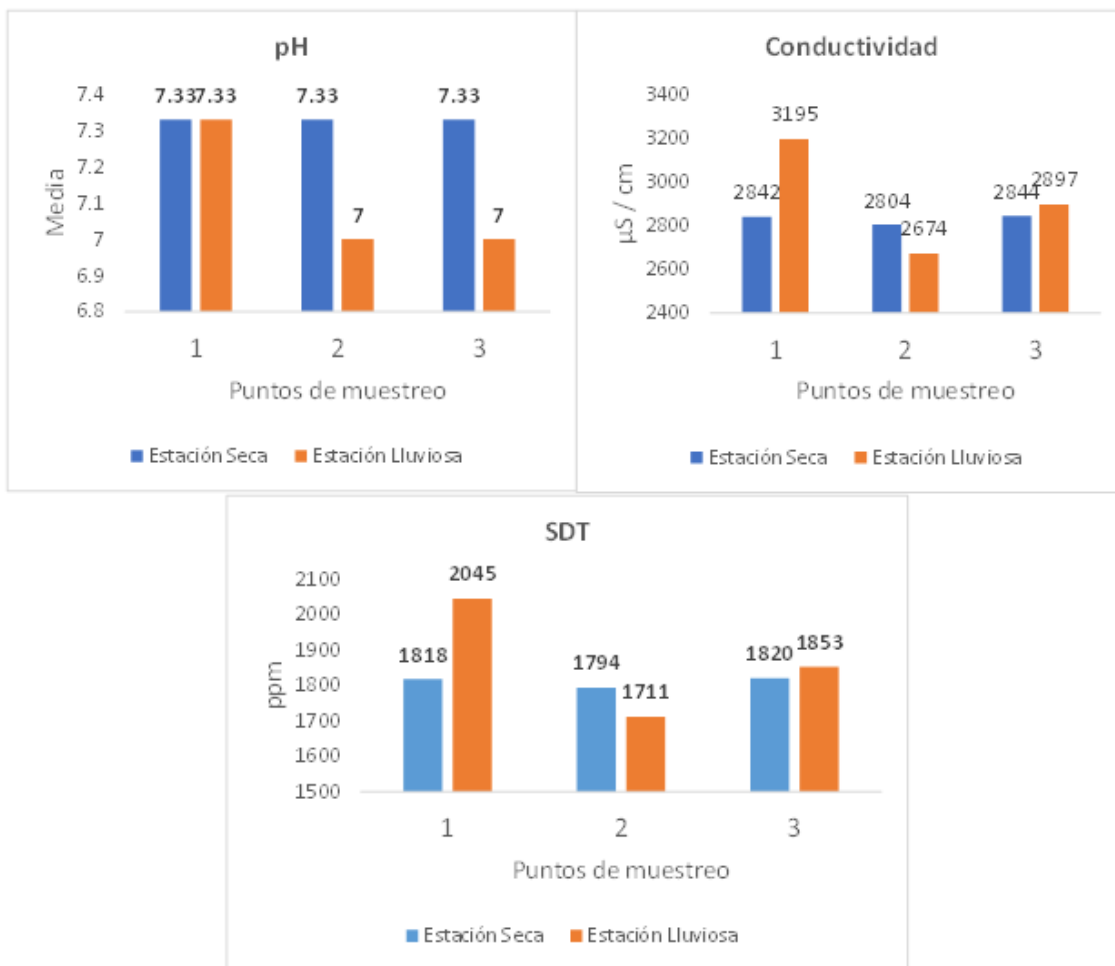
Las medias de los factores físico – químicos estudiados (pH, conductividad y SDT) se observan en la Figura 2. Los datos están agrupados por sitio de muestreo y por época de año en cada sitio.



Para el análisis de los datos fisicoquímicos se hicieron pruebas t-student para los datos de conductividad y SDT, mientras que para los de pH se usó la prueba de U de Mann-Whitney. Los resultados establecieron que todos los diferentes sitios presentaban similitud ( $P > 0.05$ ) en las dos épocas del año.

**Figura 2**

*Medias de los factores físico – químicos estudiados en los tres sitios de monitoreo del Rio Suay durante las épocas secas y lluviosas del año 2021.*



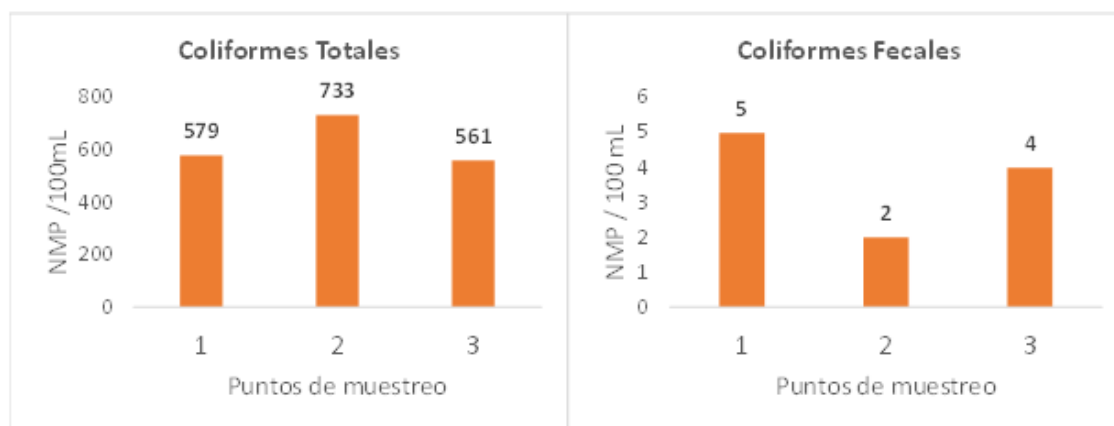
Se consideraron los datos por sitios de muestreo (Figura 3), ya que los resultados de las épocas en cada uno de ellos no habían presentado diferencias. Para los datos de coliformes totales se utilizó la prueba de ANOVA y para los



coliformes fecales la de Kruskal-Wallis. Los resultados establecieron que no había diferencia entre estos sitios ( $P > 0.05$ ) para los recuentos microbiológicos de coliformes totales y fecales.

**Figura 3**

*Medias de los recuentos microbiológicos (coliformes totales y fecales) agrupados por sitios de muestreo en el Río Suay durante el año 2021*



Al igual que los recuentos microbiológicos, los datos de los factores fisicoquímicos (Ph, conductividad, SDT) también fueron reagrupados por sitio de muestreo (Figura 4). Los análisis estadísticos tampoco demostraron diferencias entre ellos ( $P > 0.05$ ).

**Figura 4**

*Medias de los datos físico – químicos (pH, conductividad y sólidos disueltos totales) obtenidos en el Río Suay durante el año 2021.*

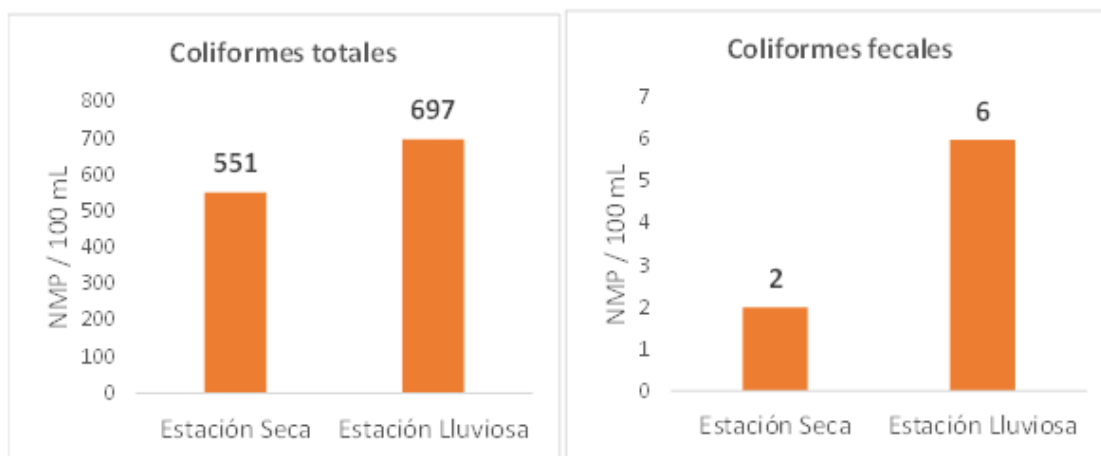


Al encontrarse igualdades en los datos de los sitios de monitoreo para los recuentos microbiológicos, estos fueron agrupados por época del año para comparar la época seca con la lluviosa (Figura 5). Al estar agrupadas de esta forma, a todas las variables estudiadas se aplicó una prueba de U de Mann-Whitney, debido a los resultados de no normalidad obtenidos en el análisis de Shapiro-Wilk.

Para los coliformes totales no se encontró diferencia en las épocas ( $P=0.400$ ), pero para los coliformes fecales se encontró diferencia significativa ( $P=0.011$ ).

### Figura 5

Medias de los recuentos microbiológicos (coliformes totales y fecales) agrupados por época del año en el Río Suay durante el año 2021.



Las medias agrupadas por época del año de pH, conductividad y SDT se presentan en la Figura 6. Para estos factores fisicoquímicos no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) al comparar el periodo seco con el lluvioso.

### Discusión

En el informe de Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM, 2009) se asegura que el 98 % de los ríos del interior del país presentan calidad de aguas aceptables y aguas poco contaminadas. El 53 % de los ríos monitoreados y localizados en la provincia de Panamá, poseen aguas contaminadas o de mala calidad. Los resultados obtenidos en este estudio todavía concuerdan con esta afirmación sobre la calidad de los ríos del interior del país en cuanto a los límites de coliformes



observados. Los niveles, tanto de coliformes totales como de fecales, están en los rangos permitidos por las normas COPANIT 39-2000 para aguas residuales (COPANIT, 2000a, 2000b), COPANIT 24-99 y el decreto ejecutivo No 75 del 4 de junio 2008. Estas normas hacen referencia a los límites permitidos para el uso de aguas en diferentes actividades.

Aunque los resultados obtenidos estén por debajo de los límites permitidos, la presencia de estos microorganismos indica la contaminación de estos ambientes naturales por la acción antropogénica, en este caso principalmente por la actividad agropecuaria. El monitoreo microbiológico califica la calidad del agua y, aunque la información microbiológica obtenida a partir de su análisis no reemplaza los análisis fisicoquímicos, reduce costos y aporta información en cuanto a la calidad del agua (Ríos Tobón et al., 2017), y de los riesgos de microorganismos patógenos que pueden estar presentes cuando se encuentran estos indicadores (Bourdett-Stanziola et al., 2022).

Los valores de coliformes fecales fueron diferentes en la época seca y la época lluviosa ( $P=0.011$ ), aunque esta diferencia estadística encontrada no resulta muy importante ya que los recuentos fueron muy bajos en todas las ocasiones, tanto así que las medias fueron de 2 NMP/100 mL para la época seca, y de 6 para la época lluviosa. Estos resultados están muy por debajo de los máximos permitidos por varias normas regionales (Chaves Villalobos et al., 2023).

Los recuentos microbiológicos contrastan con otros estudios en donde encuentran diferencias en las dos épocas, atribuible a la escorrentía cuando estos recuentos son mayores en la época lluviosa o al poco movimiento del agua del lugar de estudio cuando son mayores en la época seca (Castillo et al., 2018; Him y Johnson, 2012; Him et al., 2019).



Para el Río Suay se pudo observar que este comportamiento de los datos puede deberse a la gran masa de agua que se mezcla con la entrada del mar al área. Las zonas de desembocaduras de ríos en el Golfo de Montijo tienen la particularidad de ser complejas por la cubierta de mangles y la turbiedad del agua debido al sedimento que se mantiene en suspensión permanente. Para algunos autores, las diferencias de recuentos microbiológicos entre las dos épocas del año también son influenciadas por la cobertura boscosa (Calvo-Brenes y Salazar Céspedes, 2023)

En cuanto a los datos de los factores fisicoquímicos, los valores de pH se mantuvieron en valores cercanos a la neutralidad, aunque se esperaría un valor más alcalino al ser un estuario (Martínez, et al., 2001). Estos valores pueden deberse a la gran cantidad de agua dulce que presenta la desembocadura en estudio. Según Fuentes et al., 2008, la descomposición de la materia orgánica desechada en el río, la resuspensión de sedimentos, los cambios en la fuerza iónica al mezclarse agua dulce y salada pueden hacer descender el pH.

Los datos de conductividad en los sitios de muestreo y la comparación de las épocas del año presentan valores altos, valores hasta 2922  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Esto es posible a la influencia del agua de mar que entra a la zona desde el Golfo de Montijo, la cual puede estar aportando concentraciones de iones significativas que son los que hacen que estos niveles se eleven (Martínez, et al., 2001).

Los resultados de los datos de los sólidos disueltos, muestra niveles altos tanto en la época seca como en la época lluviosa (medias en la época lluviosa de hasta 1870  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), lo que indica que existe introducción de agua marina en el río durante los periodos de muestreos en la desembocadura del río.



En general, todas las variables estudiadas en la desembocadura del Río Suay se encuentran bajo los límites permitidos por las normas panameñas (COPANIT, 2000a), pero es indispensable seguir monitoreando estos ecosistemas para asegurar que la calidad del agua se mantenga dentro de los límites que aseguren el desarrollo de las formas de vida que los caracterizan (Badilla-Aguilar y Mora-Alvarado, 2019; Mora-Alvarado et al., 2019).

### **Agradecimientos**

---

Los autores agradecen a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) por hacer posible una gran parte de este proyecto, ya que los equipos utilizados fueron adquiridos como parte del proyecto de investigación presentado por parte de un grupo de investigadores del Centro Regional Universitario de Veraguas (Universidad de Panamá) para el estudio de las condiciones ecológicas de las áreas relacionadas con el Parque Nacional Coiba.

### **Referencias Bibliográficas**

---

- Alcántara Alfaro, C. A., De la Cruz Gutiérrez, D., Julián Soto, A. S., Mera Villalobos, C. M., Montoya Castillo, M. L., Sánchez Huayanay, M. R., y Malca Casavilca, N. R. C. (2023). Calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas de Piura. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 26(51), e23971. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v26i51.23971>
- Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM). (2009). *Informe del monitoreo de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de Panamá. Compendio de resultados 2002-2008. Panamá.* [http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/documentos\\_pdf/Compendio\\_2002\\_2008\\_junio\\_new.pdf](http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/documentos_pdf/Compendio_2002_2008_junio_new.pdf)



- Badilla-Aguilar, A., y Mora-Alvarado, D. (2019). Calidad sanitaria de las aguas superficiales en litorales de Costa Rica: situación del 2012 al 2018. *Revista Tecnología En Marcha*, 32, 17–25. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i10.4877>
- Bourdett-Stanziola, L., Cuevas-Abrego, M., Ferrera, A., y A. Durant-Archibold, A. (2022). Rotavirus in oysters, lettuce, and feces in children with diarrhea from Panama. *Journal of Advances in Microbiology*, 22(5), 16–21. <https://doi.org/10.9734/jamb/2022/v22i530459>
- Calvo-Brenes, G., Mora-Molina, J. (2015). Evaluación de la calidad del agua en los ríos Tigre y Rincón de la península de Osa en dos períodos de tiempo distintos. *Revista Tecnología En Marcha*, 28(3), 55. <https://doi.org/10.18845/tm.v28i3.2411>
- Calvo-Brenes, G., y Salazar-Céspedes, K. (2023). Estrategia de monitoreo hídrico comunitario para la microcuenca río Jorco basado en el análisis de indicadores fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos de la calidad de agua. *Revista Tecnología En Marcha*, 36(4), 181–193. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6456>
- Calvo Brenes, G., Mora Molina, J. (2012). Análisis de la calidad de varios cuerpos de agua superficiales en el GAM y la Península de Osa utilizando el Índice Holandés. *Revista Tecnología En Marcha*, 25(5), 37. <https://doi.org/10.18845/tm.v25i5.471>
- Castillo, Y. M. B., Fontalvo, J. A. L., y Borja, I. M. R. (2018). Bacteriological quality of the water of the manaure and casacara rivers, department of Cesar, Colombia. *Revista Luna Azul*, 46(46), 106–124. <https://doi.org/10.17151/luaz.2018.46.7>
- Chaves-Villalobos, M., Quirós-Vega, J., Cordero-Cordero, S., Villalobos-Sequeira, J., Anchía-Leitón, D., Loría-Barquero, A., ... Paniagua-Pantoja, M. (2023). Evaluación de la salud ambiental del río Ocloro, utilizando una metodología mixta. *Revista Tecnología En Marcha*, 36(4), 148–159. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6392>
- COPANIT. (2000a). *Reglamento técnico de la calidad de aguas residuales. Panamá.* <http://www.miambiente.gob.pa/images/file/COPANIT-24-99-calidad-de-agua-reutilizacion-de-las-aguas-residuales-tratadas.pdf>
- COPANIT. (2000b). *Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT-39-2000. “Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a sistemas de recolección de*



*aguas residuales.* <https://mici.gob.pa/wp-content/uploads/2021/12/39rt-dgnti-copanit-39-2000-1.pdf>

Decreto Ejecutivo No. 75 (de 4 de junio de 2008) “*Por el cual se dicta la norma primaria de calidad ambiental y niveles de calidad para las aguas continentales de uso recreativo con y sin contacto directo*, (26078), 12. <https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/26078/11616.pdf>

Espinoza, V., Castillo, R., Rovira, D., y Chiriquí, D. (2014). *Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las aguas de la subcuenca baja del Río David, Provincia de Chiriquí.* [http://www.oteima.ac.pa/nueva/investigaciones/Parámetros Fisico-quimico listo.pdf](http://www.oteima.ac.pa/nueva/investigaciones/Parámetros_Fisico-quimico_listo.pdf)

Fuentes, M, Senior, W, Fermín I, Troccoli, L. (2008). Estudio fisicoquímico y bacteriológico del Río Manzanares, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 47(2), 149–158. <https://www.researchgate.net/publication/215617020>

Him F, J. J., y Johnson, A. (2012). Contaminación microbiológica y físico – química aportada por el río san pedro al golfo de Montijo, Veraguas. *Tecnociencia*, 14(1), 21–34. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/965/818>

Him Fábrega, J. J., Barría, G., y Serrano, C. (2019). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río santa maría en los alrededores del ingenio la victoria, Veraguas, Panamá. *Revista Científica Centros*, 8(1), 174–194. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/centros/article/view/488/399>

Martínez, G., Alvarado, J., y Senior, W. (2001). Estudio fisicoquímico de las aguas superficiales de la cuenca baja y pluma del río manzanaresdel río manzanares. *Interciencia*, 26(8), 342–351. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33905905.pdf>

Maylin, S. P., Mildrey, S. P., Martínez, J., Suárez, Y., Fuentes, M., y Pérez, L. (2006). Evaluación de la calidad del agua superficial y subterránea utilizada para el consumo del ganado bovino en un municipio de provincia Habana (Evaluation of the quality of the superficial and underground water used for the consumption of the. *Revista Electronica de Veterinaria*, VII(9), 1–13. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612675001.pdf>

Mora-Alvarado, D. A., Vega-Molina, J., y González-Fernández, A. (2019). Evaluación de riesgo sanitario de las playas de Costa Rica Periodo 2010-





2017. *Revista Tecnología En Marcha*, 32(Dic. Especial), 97–110.  
<https://doi.org/10.18845/tm.v32i10.4884>

Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., y Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236–247.  
<https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Robert Pullés, M. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas* (Vol. 45).  
<http://www.redalyc.org/pdf/1812/181230079005.pdf>